

[illegible]

Docket # S 3-02P14125
Applic. # PC/DE03/003635
Applicant: ERIC CHEMISKY ET AL.
Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 23 456 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 197 23 456.9
㉒ Anmeldetag: 4. 6. 97
㉔ Offenlegungstag: 17. 12. 98

㉕ Int. Cl.⁶:
G 01 R 31/02
G 01 R 31/08
H 02 H 7/122
F 02 D 41/20
// H02M 7/48, H03K
17/56

DE 197 23 456 A 1

㉗ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

㉘ Erfinder:
Göser, Gerhard, 93080 Pentling, DE; Hinterwimmer,
Andrea, 93093 Donaustauf, DE; Karrer, Volker,
93059 Regensburg, DE; Saß, Dieter, Dr., 93059
Regensburg, DE

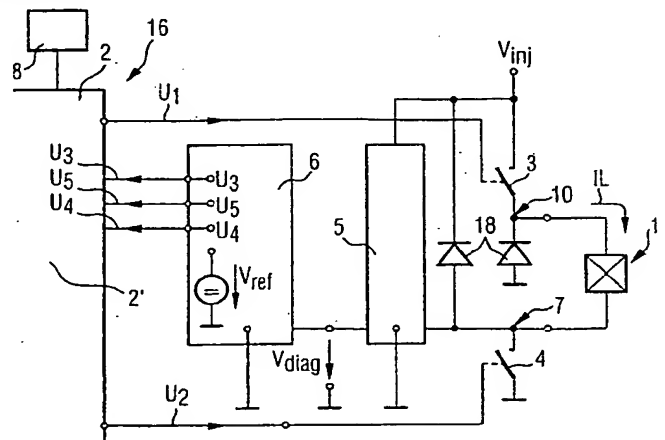
㉙ Entgegenhaltungen:
DE 1 95 26 435 A1
DE 1 95 24 615 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉚ Fehlschlußerkennungseinrichtung für elektrische Verbraucher

㉛ Die Erfindung betrifft eine Fehlschlußerkennungseinrichtung für elektrische Verbraucher (1), die über mindestens zwei Leistungsschalter mit Laststrom (IL) von einer Versorgungsspannung (V_{inj}) beaufschlagt sind, wobei eine Meß- (5) und Diagnoseeinrichtung (6) zur Erkennung von Störungen vorgesehen ist. Die Meßeinrichtung (5) ist parallel zu den Leistungsschaltern (3, 4) und dem zu diesen in Serie liegenden elektrischen Verbraucher (1) geschaltet, wobei eine Diagnosespannung (V_{diag}) als Ausgangssignal der Meßeinrichtung (5) zur Erkennung von Fehlschlüssen im Lastkreis mit einem Referenzwert (V_{ref}) verglichen wird.



DE 197 23 456 A 1

Die Erfindung betrifft eine Fehlschlußerkennungseinrichtung für elektrische Verbraucher, die über eine Leistungsstufe mit mindestens zwei von einer Ansteuereinrichtung mit Ansteuersignalen angesteuerten Leistungsschaltern, einem High-Side- und einem Low-Side-Schalter mit Laststrom von einer Versorgungsspannung beaufschlagt sind und einen Lastkreis bilden, wobei eine Meß- und Diagnoseeinrichtung zur Erkennung von Störungen vorgesehen ist.

Einrichtungen der gattungsmäßigen Art dienen der Erkennung von Störungen in einem Lastkreis eines elektrischen Verbrauchers, der überlastet ist oder Fehlschlüsse zu Masse oder zu einer Versorgungsspannung aufweist.

Aus der DE 40 30 533 A1 ist eine Anordnung zur Überwachung eines Verbrauchers in Verbindung mit einer Brennkraftmaschine bzw. einem Kraftfahrzeug bekannt. Dabei wird zur Überwachung des Verbrauchers, insbesondere eines elektrischen Antriebs, der mittels einer Endstufe in Form einer Brückenschaltung angesteuert wird, vorgeschlagen, durch Vergleich von Potentialen im Bereich des Verbrauchers bzw. der Endstufe mit vorgegebenen, aus dem Normalbetrieb abgeleiteten Schwellwerten, ein Alarmsignal zeitverzögert zu erzeugen, wobei die Zeitverzögerung abhängig von der Ansteuersignalgröße ist.

Bei dieser Anordnung ist ein Meßpfad vorgesehen, der direkt parallel zur elektrischen Last im Verbrauchszweig liegt, dessen Ausgangssignale über Komparatorstufen ausgewertet werden. Der Verbraucher liegt dabei im Brückenkreis einer aus Leistungssendeschaltern gebildeten Brücke.

Aus der DE 44 03 375 A1 ist eine Einrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers bekannt. Dabei wird ein induktiver Verbraucher mit Schaltern, die in einer H-Brücke angeordnet sind, gesteuert. Zum Überwachen der Einrichtung wird die H-Brücke kurzzeitig ausgeschaltet. Dadurch wird an den Klemmen des Verbrauchers eine Spannung induziert, die der Brückenquerspannung des eingeschalteten Zustandes entgegengesetzt ist. Der Spannungsabfall am Verbraucher wird mit einem Sollwert verglichen und bei Abweichen davon wird ein Fehlersignal ausgelöst.

Auch bei dieser Einrichtung wird der Meßwert parallel zum elektrischen Verbraucher im Brückenkreis abgegriffen und über Komparatoren ausgewertet.

Aus der DE 38 42 426 A1 ist eine Schaltungsanordnung zur Steuerung und Überwachung eines Verbrauchers in Brückenschaltung bekannt. Diese Schaltungsanordnung dient der Steuerung und Überwachung eines elektrischen Verbrauchers in der Diagonale einer Brückenschaltung aus vier Leistungsschaltelementen vom FET-Typ. Diese Schaltungsanordnung dient der Überwachung der Überlastung des Stromkreises des Verbrauchers, der vorübergehend oder bis zur Behebung der Störung abgeschaltet wird.

Auch in dieser Schaltungsanordnung liegt der Meßpfad parallel zum elektrischen Verbraucher im Brückenkreis der Brücke.

Aus der EP-A-0055B16 ist ein elektronischer Schaltkreis mit Leistungsschaltern in Brückenordnung bekannt, wobei eine induktive Last im Brückenkreis liegt, und diese Spannung am Brückenkreis zu Meß- und Auswertezwecken in einer nachfolgenden Auswerteschaltung ausgewertet wird.

Aus "Elektronik", Heft 13, 1993, Seite 86-90, ist eine Schaltung bekannt, die einen monolithischen H-Brückentreiber mit Schutz- und Diagnoseschaltungen behandelt. Dabei wird in Bild 1 dieser Veröffentlichung als elektrischer Verbraucher im Lastkreis ein Motor dargestellt, dessen Last-

strom in zwei Richtungen gesteuert wird. Über Relais und für Diagnose- bzw. Meßzwecke wird der Brückenkreis bzw. werden die Spannungen der Anschlüsse des elektrischen Verbrauchers abgefragt und gemessen. Die Meßvorrichtung erfaßt den "gefährlichen Zustand" und wertet ihn aus, und über eine Aktivierungsstufe werden Vorkehrungen getroffen zur Ansteuerung der Leistungsschalter. Zur Diagnose werden die ausgewerteten Meßsignale über geeignete Pufferschaltungen nach außen geführt und am Statusausgang sind Übertemperatur, Überstrom, Lastunterbrechung und Unterspannung ablesbar. Durch Aussetzung der Zeitverzögerung der Temperaturhysterese und durch eine geschickte Reihenfolge beim Abfragen der Eingangssignale kann zusätzlich noch zwischen Kurzschluß von Ausgang 1 bzw. 2 nach Masse und Ubat unterschieden werden.

Aus all den o.g. Veröffentlichungen ist bekannt, bei einem in einer H-Brücke betriebenen elektrischen Verbraucher die Meßspannung direkt am elektrischen Verbraucher abzugreifen und über geeignete, in der Regel Komparatorschaltungen auszuwerten. Dadurch können bestimmte Betriebsstörungen erfaßt und ausgewertet werden und über Ansteuerschaltungen Vorsorge getroffen werden, daß der Störfall ohne nennenswerte Folgen bleibt.

Nachteilig ist bei all diesen Anordnungen, daß ein Defekt an den Leistungssendeschaltern selbst nicht oder nur bedingt detektierbar und auswertbar ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Fehlschlußerkennungseinrichtung anzugeben, durch die Fehlschlüsse, die sowohl durch den elektrischen Verbraucher bedingt sind, als auch Fehlschlüsse, die aus den Leistungssendeschaltern resultieren, erkennbar, lokalisierbar, auswertbar und anzeigbar gemacht werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Meßeinrichtung parallel zu den Leistungsschaltern und dem zu diesen in Serie liegenden elektrischen Verbraucher geschaltet ist und ihr entweder der spannungspotentialführende Anschluß des Low-Side-Schalters oder der Anschluß der der Versorgungsspannung abgewandten Elektrode des High-Side-Schalters zugeführt ist, wobei eine Diagnosespannung als Ausgangssignal der Meßeinrichtung der Diagnoseeinrichtung zugeführt ist und dort zur Erkennung von Fehlschlüssen im Lastkreis mit einem Referenzwert verglichen wird.

Am Ausgang der Diagnoseeinrichtung stehen mehrere Ausgangssignale oder nur ein Ausgangssignal an, die bzw. das in einer Auswerteeinrichtung verarbeitet werden bzw. wird und in Folge davon als lokalisierbare Fehlschlüsse bzw. Fehlschluß im Lastkreis erkannt werden bzw. wird und über eine Anzeigeeinrichtung angezeigt werden bzw. wird.

Ansteuereinrichtung und Auswerteeinrichtung sind bevorzugt durch einen Microcontroller realisiert.

Die Ausgangssignale bzw. das Ausgangssignal der Diagnoseeinrichtung können bzw. kann im Microcontroller mit den Ansteuersignalen korreliert oder unkorreliert mit den Ansteuersignalen von High-Side- und Low-Side-Schalter verknüpft oder unverknüpft ausgewertet werden. Dadurch ergeben sich vorteilhafterweise exakt lokalisierbare Fehlquellen, die in der Anzeigeeinrichtung direkt angegeben werden können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild der Fehlschlußerkennungseinrichtung,

Fig. 2 eine modifizierte Darstellung des Prinzipschaltbildes der Fig. 1,

Fig. 3 eine Abwandlung des Prinzipschaltbildes der Fig. 2,

Fig. 4 eine Applikation einer Fehlschlußerkennungseinrichtung mit mehreren elektrischen Verbrauchern und mehreren parallelen High-Side-Schaltern und nur einem gemeinsamen Low-Side-Schalter,

Fig. 5 eine Applikation einer Fehlschlußerkennungseinrichtung mit zu Gruppen zusammengeschalteten elektrischen Verbrauchern,

Fig. 6 ein erstes Diagramm, und

Fig. 7 ein zweites Diagramm.

Die Fehlschlußerkennungseinrichtung gemäß Fig. 1 zeigt mit dem Bezugszeichen 1 einen elektrischen Verbraucher, der über eine Leistungsendstufe angesteuert wird. Die Leistungsendstufe besteht aus mindestens zwei ansteuerbaren Leistungsschaltern, dem High-Side- 3 und dem Low-Side-Schalter 4, die mit dem elektrischen Verbraucher 1 einen Lastkreis bilden, in dem der Laststrom I_L fließt, der von der Versorgungsspannung V_{inj} beaufschlagt wird. Die Ansteuersignale U_1 und U_2 für die beiden Leistungsschalter 3, 4 liefert die Anstoeereinrichtung 2. Der High-Side-Schalter 3 wird über die Anstoeereinrichtung 2 mit dem Ansteuersignal U_1 angesteuert und der Low-Side-Schalter 4 wird ebenfalls von der Anstoeereinrichtung 2 mit dem Ansteuersignal U_2 angesteuert. Es sind die Meßeinrichtung 5 und die Diagnoseeinrichtung 6 zur Erkennung von Störungen vorgesehen.

Erfindungsgemäß liegt die Meßeinrichtung 5 parallel zu den Leistungsschaltern 3, 4 und dem zu diesen in Serie liegenden elektrischen Verbraucher 1, und der Meßeinrichtung 5 ist entweder der spannungspotentialführende Anschluß 7 des Low-Side-Schalters 4 oder der Anschluß 10 der der Versorgungsspannung V_{inj} abgewandten Elektrode des High-Side-Schalters 3 zugeführt.

In den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 5 wird der spannungspotentialführende Anschluß 7 des Low-Side-Schalters 4 bevorzugt herangezogen und der Meßeinrichtung 5 zugeführt.

Prinzipiell lassen sich ähnliche Fallunterscheidungen von erkennbaren Fehlschlüssen auch messen und auswerten, wenn statt des Anschlusses 7 der Anschluß 10 der der Versorgungsspannung V_{inj} abgewandten Elektrode des High-Side-Schalters 3 zugeführt wird.

Das Ausgangssignal der Meßeinrichtung 5, die Diagnosespannung V_{diag} , wird der Diagnoseeinrichtung 6 zugeführt und dort zur Erkennung von Fehlschlüssen im Lastkreis mit einem Referenzwert V_{ref} verglichen. Am Ausgang der Diagnoseeinrichtung 6 stehen je nach ihrer Modifikation mehrere Ausgangssignale U_3 , U_4 oder nur ein Ausgangssignal U_5 an, die bzw. das in der Auswerteeinrichtung 2 verarbeitet werden bzw. wird und als lokalisierbare Fehlschlüsse bzw. Fehlschluß im Lastkreis ermittelt werden bzw. wird und über die Anzeigeeinrichtung 8 angezeigt werden bzw. wird. Die Meßeinrichtung 5 besteht erfindungsgemäß entsprechend Fig. 2 aus dem Spannungsteiler 9 mit den zwei Widerständen R_1 und R_2 , dessen Abgriff mit dem spannungspotentialführenden Anschluß 7 des Low-Side-Schalters 4 verbunden ist. An diesem Abgriff steht zugleich das Ausgangssignal der Meßeinrichtung 5, die Diagnosespannung V_{diag} , an. Die nachgeschaltete Diagnoseeinrichtung 6, der die Diagnosespannung V_{diag} der Meßeinrichtung 5 zugeführt ist, besteht aus einem strom- oder spannungsgesteuerten Fensterkomparator (nicht dargestellt), dem zum einen der aus einer Referenzeinrichtung (nicht dargestellt) gebildete konstante Referenzwert V_{ref} zugeführt ist und zum anderen die Diagnosespannung V_{diag} der Meßeinrichtung 5 zugeführt ist.

Für einen stromgesteuerten Fensterkomparator sind aus

dem Referenzwert V_{ref} zwei Stromschwellwerte 11 und 12 abgeleitet bzw. sind für einen spannungsgesteuerten Fensterkomparator aus den Referenzwert V_{ref} zwei Spannungsschwellwerte U_6 und U_7 abgeleitet und den Eingängen des Fensterkomparators zugeführt, wobei den anderen Eingängen des Fensterkomparators die Diagnosespannung V_{diag} bzw. ein vergleichbarer Strom I_{diag} der Meßeinrichtung 5 zugeführt ist und die Schwellwerte I_1 , I_2 bzw. U_6 , U_7 den Fensterbereich bilden.

Die dem Fensterkomparator zugeführten Schwellwerte I_1 , I_2 bzw. U_6 , U_7 sind so gebildet, daß die ebenfalls dem Fensterkomparator zugeführte Diagnosespannung V_{diag} bzw. der Diagnosestrom I_{diag} der Meßeinrichtung 5 am Ausgang des Fensterkomparators als oberhalb des Fensterbereichs, im Fensterbereich oder unterhalb des Fensterbereichs detektierbar ist.

Der Fensterkomparator besteht im wesentlichen aus den zwei Komparatoren 11, 12, deren Ausgangssignale identisch sind mit den Ausgangssignalen U_3 , U_4 der Diagnoseeinrichtung 6. Die Ausgangssignale U_3 , U_4 der beiden Komparatoren 11, 12 des Fensterkomparators können über ein Netzwerk (nicht dargestellt) zusammengeschaltet sein und das einzige Ausgangssignal U_5 gemäß Fig. 3 am Ausgang der Diagnoseeinrichtung 6 liefern.

Die Anstoeereinrichtung 2 und die Auswerteeinrichtung 2' können in Form des Microcontrollers 16 eine Einheit bilden.

Das in Fig. 4 dargestellte Applikationsbeispiel zeigt mehrere parallele Lastkreise mit je einem elektrischen Verbraucher 1 und je einem High-Side-Schalter 3 und einem allen elektrischen Verbrauchern 1 gemeinsamen Low-Side-Schalter 4.

Das in Fig. 5 dargestellte Applikationsbeispiel zeigt mehrere Gruppen von parallelen Lastkreisen mit mehreren parallel angeordneten elektrischen Verbrauchern 1 und je einem High-Side-Schalter 3 in jedem Lastkreis, wobei jede Gruppe von einem gemeinsamen Low-Side-Schalter 4 und je einer Meßeinrichtung 5 sowie je einer Diagnoseeinrichtung 6 zusammengefaßt ist. Die Ansteuerung der Gruppen mit dem Gruppenauswahlsignal U_8 kann über den Decoder 13 und die Abfragung der Diagnoseeinrichtung 6 über den Multiplexer 14, gesteuert vom Microcontroller 16, erfolgen.

Über das vom Microcontroller 16 dem Decoder 13 zugeführte Gruppenauswahlsignal U_8 werden die einzelnen Gruppen voneinander unterschieden. Über die Ansteuersignale U_{1A} , U_{1B} des Microcontrollers 16 sind über den Decoder 13 die Ansteuersignale U_{11} , U_{12} , U_{13} , U_{14} gebildet, durch die die zugeordneten High-Side-Schalter 3 angesteuert werden. Über das vom Microcontroller 16 dem Decoder 13 zugeführte Ansteuersignal U_{20} sind die Ansteuersignale U_{21} , U_{22} für die zugeordneten Low-Side-Schalter 4 gebildet. Über das Gruppenauswahlsignal U_8 und den Multiplexer 14 ist aus den Ausgangssignalen U_{51} , U_{52} der einzelnen Gruppen dem Microcontroller 16 das Ausgangssignal U_5 zugeführt.

Bei einem stromgesteuerten Fensterkomparator kann die Diagnosespannung V_{diag} der Meßeinrichtung 5 über den Widerstand R_3 und dem Abgriff 15 mit dem Referenzwert V_{ref} in Form einer konstanten Referenzspannungsquelle der Diagnoseeinrichtung 6 verbunden sein, wobei je nach Größe der Diagnosespannung V_{diag} in Bezug auf die konstante Referenzspannungsquelle V_{ref} ein Diagnosestrom I_{diag} über den Widerstand R_3 fließt, der je nach gewählter Pfeilrichtung positiv, Null oder negativ sein kann und so im wesentlichen drei unterschiedliche Zustandsformen haben kann, die über den Fensterkomparator digitalisierbar sind.

Das Ruhepotential der Diagnosespannung V_{diag} der Meßeinrichtung 5 ist im statischen Betrieb so gewählt, daß,

wenn sowohl High-Side- 3 als auch Low-Side-Schalter 4 offen oder gesperrt und die beiden Widerstände R1, R2 des Spannungsteilers 9 so dimensioniert sind, daß bei ohmschen-induktiven elektrischen Verbrauchern 1 mit relevanten kapazitiven Anteilen eine schnelle Reaktion der Meß- 5 und Diagnoseeinrichtung 6 beim Umladen der Kapazitäten erreicht wird, wenn die Leistungsschalter 3, 4 wieder dynamisch angesteuert werden. Das Ruhepotential der Diagnosespannung Vdiag der Meßeinrichtung 5 ist über die Widerstände R1, R2 des Spannungsteilers 9 so eingestellt, daß es zwischen 0,7 Vinj und 0,9 Vinj liegt, vorzugsweise 0,9 Vinj beträgt.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß der Ansprüche 16 und 17 können die Ausgangssignale U3, U4 bzw. das Ausgangssignal U5 der Diagnoseeinrichtung U6 korreliert mit den Ansteuersignalen U1, U2 von High-Side- 3 und Low-Side-Schalter 4 im Microcontroller 16 verknüpft oder unverknüpft durch ein Verarbeitungsprogramm ausgewertet werden. Daneben ist es möglich, diese Korrelierung oder Verknüpfung durch eine diskrete, mittels Hardwarekomponenten gebildete elektronische Schaltung zu realisieren.

Die Ansteuersignale U1, U2 von High-Side- 3 und Low-Side-Schalter 4 sind vorzugsweise digitale Signale, wobei zu Diagnosezwecken und einer Fehlschlußerkennung eines der beiden Ansteuersignale U1 bzw. U2 alleine die entsprechenden Leistungsschalter 3, 4 ansteuert und das andere Ansteuersignal U2 bzw. U1 zeitlich verzögert an die betreffenden Leistungsschalter 3, 4 zugeschaltet wird.

Die erfindungsgemäße Fehlschlußerkennungseinrichtung dient vorzugsweise der Erkennung von Fehlschlüssen beim Betreiben eines im wesentlichen induktiven elektrischen Verbraucher 1 mit ohmschen Anteilen sowie kapazitiven Komponenten. Ein bevorzugter Anwendungsbereich ist die Kraftfahrzeugelektronik. Insbesondere bei Ankerwicklungen von Einspritzventilen als induktiven elektrischen Verbrauchern 1 mit getaktet angesteuerten Leistungsschaltern 3, 4 als Leistungsendstufe läßt sich diese Fehlschlußerkennungseinrichtung anwenden.

Die Leistungsendstufe aus High-Side- 3 und Low-Side-Schalter 4 kann als FET-Leistungstransistor oder Bipolar-Transistor realisiert sein. Das Bezugszeichen 18 zeigt Freilaufdioden.

Durch die erfindungsgemäße Fehlschlußerkennungseinrichtung können Kurzschlüsse und resistive Schlüsse zur Versorgungsspannung und zu Masse erkannt und voneinander unterschieden werden. Die Diagnose kann bereits bei stromloser Leistungsendstufe erfolgen, d. h. daß der High-Side- 3 und der Low-Side-Schalter 4 nicht gleichzeitig zu Diagnosezwecken eingeschaltet sind. Wenn mehrere elektrische Verbraucher 1 über einen gemeinsamen Low-Side-Schalter 4 betrieben werden, wird ein Diagnosekanal pro Low-Side-Schalter 4 verwendet. Mehrere Diagnosekanäle können durch den Multiplexer 14 auf einen einzigen Diagnoseausgang geführt werden und als Ausgangssignal U5 dem Microcontroller 16 zugeführt werden, wenn immer nur ein Low-Side-Schalter 4 aktiv sein darf.

Das Diagnosekonzept läßt sich prinzipiell auch dann anwenden, wenn gemeinsame High-Side-Schalter 3 statt gemeinsamen Low-Side-Schaltern 4 verwendet werden.

Die Funktionsweise des Diagnosekonzepts der erfindungsgemäßen Fehlschlußerkennungseinrichtung sei anhand des Blockschaltbildes der Fig. 1 bzw. 2 erläutert. Die Last bzw. der elektrische Verbraucher 1 kann in einem bevorzugten Anwendungsfall aus der Ankerwicklung eines Einspritzventils und den Kabelbaumkapazitäten einer Einspritzeinrichtung im Kraftfahrzeug bestehen. Die diskrete Leistungsendstufe enthält neben den Leistungsschaltern in Form des High-Side-Schalters 3 und des Low-Side-Schal-

ters 4 (MOSFETs) die Freilaufdioden 18 und den hochohmigen Spannungsteiler 9 mit den Widerständen R1 und R2 zur Einstellung der Diagnosespannung Vdiag bei gesperrten Leistungsschaltern 3, 4. Die der Meßeinrichtung 5 nachgeschaltete Diagnoseeinrichtung 6 kann als integrierte Schaltung realisiert sein und die Referenzspannungsquelle Vref mit einem Innenwiderstand sowie den Fensterkomparator zur Messung des Diagnosestroms Idiag bzw. der Diagnosespannung Vdiag realisiert sein.

Für die nachfolgend unterscheidbaren Fehlschlüsse in der Fehlschlußerkennungseinrichtung sei auf das Prinzipschaltbild der Fig. 2 Bezug genommen, in der die Diagnosespannung Vdiag mit der Referenzspannungsquelle Vref über den Widerstand R3 verbunden ist.

Wenn beide Leistungsschalter 3, 4 gesperrt sind, d. h. es liegt keine Ansteuerung durch die Ansteuersignale U1 bzw. U2 vor und es liegt kein resistiver Schluß zur Versorgungsspannung Vinj oder zu Masse vor, dann sind die Referenzspannung Vref und die Diagnosespannung Vdiag ungefähr gleich (die Unterschiede sind durch Toleranzen bedingt). Die Stromschwellen I1 bzw. I2 des Fensterkomparators sind so gewählt, daß der Diagnosestrom Idiag in jedem Fall innerhalb der beiden Schwellen I1, I2 liegt. Tritt ein resistiver Schluß zur Versorgungsspannung Vinj oder zu Masse auf, der einen merklichen Einfluß auf die Funktionsweise der Leistungsendstufe hat, so wird die Diagnosespannung Vdiag deutlich verändert. Der Betrag des Diagnosestroms Idiag steigt deutlich an, und der Fensterkomparator erkennt je nach Vorzeichen des Diagnosestroms Idiag die Art des resistiven Schlusses.

Der Fensterkomparator kann auch die Diagnosespannung Vdiag messen und statt mit Stromschwellen I1, I2 mit einstellbaren Spannungsschwellwerten U6, U7 operieren.

Durch Korrelation der Diagnosesignale in Form der Ausgangssignale U3, U4 am Ausgang der Fensterkomparators mit den Ansteuersignalen U1, U2 der Leistungsschalter 3, 4 können mittels des Microcontrollers 16 folgende Fehler erkannt und voneinander unterschieden werden:

- Kurzschluß oder resistiver Schluß zur Versorgungsspannung Vinj einschließlich eines ständig leitenden High-Side-Schalters 3: dieser Fehlschluß ist direkt am Ausgang des Fensterkomparators erkennbar.
- Kurzschluß oder resistiver Schluß zu Masse einschließlich eines ständig leitenden Low-Side-Schalters 4: dieser Fehlschluß ist direkt am Ausgang des Fensterkomparators erkennbar.
- Fehlender elektrischer Verbraucher einschließlich eines ständig gesperrten High-Side-Schalters 3: nach Schließen des High-Side-Schalters 3 wird kein Schluß zur Versorgungsspannung Vinj detektiert.
- Offener Low-Side-Schalter 4: nach Ansteuern des Low-Side-Schalters 4 wird kein Schluß zu Masse detektiert, weil der Low-Side-Schalter 4 ständig gesperrt ist.
- High-Side- 3 und Low-Side-Schalter 4 lassen sich nur gemeinsam ein- und abschalten: nach Schließen des High-Side-Schalters 3 wird statt eines Schlusses zur Versorgungsspannung ein Schluß zu Masse detektiert.

Von dem zuvor beschriebenen Prinzip des Diagnosekonzepts lassen sich Spezialfälle ableiten, die in den folgenden Applikationsbeispielen beschrieben werden.

Gemäß Fig. 3 sind die Ausgänge des integrierten Fensterkomparators miteinander zu einem Diagnoseausgang mit dem Ausgangssignal U5 am Ausgang des Komparators 19 kombiniert, um eine Signalleitung zwischen der Diagnose-

inrichtung 6 in Form einer integrierten Schaltung und dem Microcontroller 16 entfallen zu lassen.

Durch Korrelation des Diagnoseausgangssignals U5 mit den Ansteuersignalen U1, U2, der Leistungsschalter 3, 4, können mittels Microcontroller 16 die Fehlschlußfälle folgendermaßen erkannt und voneinander unterschieden werden:

- a) Kurzschluß oder resistiver Schluß zur Versorgungsspannung Vinj einschließlich eines ständig leitenden High-Side-Schalters 3. Ein Schluß zur Versorgungsspannung Vinj oder zu Masse wird bereits bei gesperrten Leistungsschaltern 3, 4 erkannt, kann aber nicht lokalisiert werden. Durch den erfindungsgemäßen Verfahrensschritt wird als nächstes der Low-Side-Schalter 4 für kurze Zeit geschlossen. Bei einem Schluß zur Versorgungsspannung Vinj war die Diagnosespannung Vdiag auf dem Niveau der Versorgungsspannung Vinj, wird aber nun auf Masse gezogen. Während die Diagnosespannung Vdiag den Spannungsbereich zwischen Versorgungsspannung Vinj und Masse durchwandert, durchquert der Diagnosestrom Idia den Fensterbereich des Fensterkomparators. Am Diagnoseausgang mit dem Ausgangssignal U5 tritt daher ein kurzer Impuls auf, für den das Ausgangssignal U5 einen passiven Zustand annimmt.
- b) Kurzschluß oder resistiver Schluß zu Masse einschließlich eines ständig leitenden Low-Side-Schalters 4. Ein Schluß zur Versorgungsspannung Vinj oder zu Masse wird bereits bei gesperrten Leistungsschaltern 3, 4 erkannt, kann aber nicht lokalisiert werden. Im nachfolgenden Verfahrensschritt wird der Low-Side-Schalter 4 für kurze Zeit geschlossen. Bei einem Schluß zu Masse bleibt die Ausgangsspannung U5 unverändert aktiv.
- c) Fehlende Last einschließlich eines gesperrten High-Side-Schalters 3. Nach Schließen des High-Side-Schalters 3 bleibt das Ausgangssignal U5 passiv.
- d) Offener Low-Side-Schalter 4. Nach Aktivieren des Low-Side-Schalters 4 bleibt das Ausgangssignal U5 passiv, weil der Low-Side-Schalter 4 ständig gesperrt ist.
- e) High-Side- 3 und Low-Side-Schalter 4 lassen sich nur gemeinsam ein- und abschalten. Nach Schließen des High-Side-Schalters 3 wird das Ausgangssignal U5 aktiv, nach zusätzlichem Schließen des Low-Side-Schalters 4 tritt am Diagnoseausgang kein Impuls auf, für den das Ausgangssignal U5 einen passiven Zustand annimmt.

Gemäß Fig. 4 können mehrere elektrische Verbraucher 1 über je einen High-Side-Schalter 3 und einen gemeinsamen Low-Side-Schalter 4 betrieben werden. Die Fehlerdiagnose erfolgt wie zuvor beschrieben über einen Diagnosekanal, der durch den Anschluß 7 am Low-Side-Schalter 4 gebildet ist. Die Erkennung und Unterscheidung der Fehlerfälle erfolgt wie bei der Beschreibung des Prinzips mit folgender Ausnahme: Ein Kurzschluß oder resistiver Schluß zur Versorgungsspannung Vinj kann zwar erkannt, aber nicht einem bestimmten Zweig aus elektrischem Verbraucher 1 und High-Side-Schalter 3 zugeordnet werden.

Mehrere Gruppen aus elektrischen Verbrauchern 1 und High-Side-Schaltern 3 werden über je einen Low-Side-Schalter 4 betrieben. Dabei ist pro Low-Side-Schalter 4 ein Diagnosekanal notwendig.

Die Ausgänge der einzelnen Fensterkomparatoren werden entsprechend Fig. 3 paarweise miteinander verknüpft und können über den Multiplexer 14 ausgegeben werden.

Der Microcontroller 16 wählt dann durch entsprechendes Ansteuern des Multiplexers 14 aus, für welchen der Low-Side-Schalter 4 die Diagnose durchgeführt werden soll.

Die Erkennung und Unterscheidung der Fehlerfälle erfolgt wie bei der Beschreibung des Applikationsbeispiels gemäß Fig. 3 mit folgender Ausnahme: Ein Kurzschluß oder resistiver Schluß zur Versorgungsspannung Vinj in einer Gruppe kann zwar erkannt, aber nicht einen bestimmten Zweig aus elektrischem Verbraucher 1 und zugeordnetem High-Side-Schalter 3 innerhalb der Gruppe zugeordnet werden.

Besondere Vorkehrungen zur schnellen Diagnose bei kapazitiven Lasten, die insbesondere gebildet sein können durch lange Kabelbäume mit abgeschirmtem Kabel und relativ hohen Leitungskapazitäten, betreffen die Auslegung des Spannungsteilers 9 mit den Widerständen R1 und R2.

Die Zeit, die benötigt wird, um nach Schalten gegen Masse bzw. Vinj wieder die eingestellte Diagnosespannung Vdiag zu erreichen, ist direkt proportional zum Umladestrom und zur Lastkapazität. Der Ladestrom kann aus mehreren Gründen nicht beliebig erhöht werden, um die Umladezeit zu verkürzen. Auch die Kabelkapazität ist nicht beliebig zu verkleinern. In vielen Anwendungsfällen wird die umzuladende Lastkapazität aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit noch erhöht.

Um trotz o.g. Probleme ein schnelles Umladen der Kapazitäten und damit eine schnelle Reaktion der Diagnoseschaltung zu erreichen, werden erfindungsgemäß zwei Maßnahmen getroffen:

1. Die Diagnoseruhepotential Vdiag wird von 50% Vinj auf vorzugsweise 90% Vinj erhöht. Die Umladezeit von Vinj auf die Diagnosespannung verkürzt sich dabei um ca. 85% (siehe Diagramm der Fig. 6).

Damit sich die Umladezeit von Masse auf das Diagnosepotential nicht deutlich vergrößert, muß

2. entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahrensschritt nach Anspruch 18 vor der Auswertung der Diagnose der High-Side-Schalter 3 für wenige µs aktiviert werden, wodurch als Folge davon die Spannung ohne zusätzliche Leistungstreiber von einem beliebigen Potential aktiv auf Vinj geladen wird (siehe Diagramm der Fig. 7), so daß anschließend die kapazitiven Komponenten 17 in Form der Kabelkapazität immer von Vinj aus um 0,1 Vinj entladen werden kann, bis die Diagnosespannung Vdiag erreicht wird.

Mit den Bezugszeichen 21 und 22 in den Fig. 6 und 7 sind verschiedene Ruhepotentiale am Anschluß 7 dargestellt. Bezugszeichen 23 in Fig. 6 zeigt eine abklingende Exponentialfunktion für eine beschleunigte Umladung der kapazitiven Last von Vinj aus durch Reduzierung der umzuladenden Spannungsdifferenz aufgrund einer erhöhten Diagnosespannung (0,9 Vinj).

Fig. 7 zeigt ein beschleunigtes Umladen der kapazitiven Last, ausgehend von Massepotential, durch aktives Umladen auf das Potential Vinj.

Patentansprüche

1. Fehlschlußerkennungseinrichtung für elektrische Verbraucher (1), die über eine Leistungsendstufe mit mindestens zwei von einer Ansteuereinrichtung (2) mit Ansteuersignalen (U1, U2) angesteuerten Leistungsschaltern, einem High-Side- (3) und einem Low-Side-Schalter (4) mit Laststrom (IL) von einer Versorgungs-

spannung (V_{inj}) beaufschlagt sind und einen Lastkreis bilden, wobei eine Meß- (5) und Diagnoseeinrichtung (6) zur Erkennung von Störungen vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung (5) parallel zu den Leistungsschaltern (3, 4) und dem zu diesen in Serie liegenden elektrischen Verbraucher (1) geschaltet ist und ihr entweder der Spannungspotentialführende Anschluß (7) des Low-Side-Schalters 4 oder der Anschluß (10) der der Versorgungsspannung (V_{inj}) abgewandten Elektrode des High-Side-Schalters (3) zugeführt ist, wobei eine Diagnosespannung (V_{diag}) als Ausgangssignal der Meßeinrichtung (5) der Diagnoseeinrichtung (6) zugeführt ist und dort zur Erkennung von Fehlschlüssen im Lastkreis mit einem Referenzwert (V_{ref}) verglichen wird.

2. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang der Diagnoseeinrichtung (6) mehrere Ausgangssignale (U_3 , U_4) oder nur ein Ausgangssignal (U_5) anstehen bzw. ansteht, die bzw. das in einer Auswerteeinrichtung (2') verarbeitet werden bzw. wird und in Folge davon lokalisierbare Fehlschlüsse bzw. Fehlschluß im Lastkreis ermittelt werden bzw. wird und über eine Anzeigeeinrichtung (8) angezeigt werden bzw. wird.

3. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (5) aus einem Spannungsteiler (9) mit zwei Widerständen (R_1 , R_2) besteht, dessen Abgriff mit dem Spannungspotentialführenden Anschluß (7) des Low-Side-Schalters (4) verbunden ist und daß an diesem Abgriff zugleich das Ausgangssignal der Meßeinrichtung (5) die Diagnosespannung (V_{diag}) ansteht.

4. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Diagnoseeinrichtung (6) aus einem strom- oder spannungsgesteuerten Fensterkomparator besteht, dem zum einen der aus einer Referenzeinrichtung gebildete konstante Referenzwert (V_{ref}) und zum anderen die Diagnosespannung (V_{diag}) der Meßeinrichtung (5) zugeführt sind.

5. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem konstanten Referenzwert (V_{ref}) für einen stromgesteuerten Fensterkomparator zwei Stromschwellwerte (I_1 , I_2) bzw. für einen spannungsgesteuerten Fensterkomparator zwei Spannungsschwellwerte (U_6 , U_7) abgeleitet und den einen Eingängen des Fensterkomparators zugeführt sind, wobei den anderen Eingängen des Fensterkomparators die Diagnosespannung (V_{diag}) der Meßeinrichtung (5) zugeführt ist und die Schwellwerte (I_1 , I_2) bzw. (U_6 , U_7) den Fensterbereich bilden.

6. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Fensterkomparator zugeführten Schwellwerte (I_1 , I_2) bzw. (U_6 , U_7) so gebildet sind, daß die ebenfalls dem Fensterkomparator zugeführte Diagnosespannung (V_{diag}) der Meßeinrichtung (5) am Ausgang des Fensterkomparators als oberhalb des Fensterbereichs, im Fensterbereich und unterhalb des Fensterbereichs detektierbar ist.

7. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Fensterkomparator im wesentlichen aus zwei Komparatoren (11, 12) besteht, deren Ausgangssignale identisch sind mit den Ausgangssignalen (U_3 , U_4) der Diagnoseeinrichtung (6).

8. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der

vorangehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale (U_3 , U_4) der beiden Komparatoren (11, 12) des Fensterkomparators über ein Netzwerk zusammengeschaltet sind das ein einziges Ausgangssignal (U_5) am Ausgang der Diagnoseeinrichtung (6) liefert.

9. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuereinrichtung (2) und die Auswerteeinrichtung (2') in Form eines Microcontrollers (16) eine Einheit bilden.

10. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere parallele Lastkreise mit je einem elektrischen Verbraucher (1) und je einem High-Side-Schalter (3) und einem gemeinsamen Low-Side-Schalter (4) zusammengeschaltet sind.

11. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere elektrische Verbraucher (1) zu Gruppen von parallelen Lastkreisen mit je einem High-Side-Schalter (3) und einem gemeinsamen Low-Side-Schalter (4) und je einer Meßeinrichtung (5) sowie je einer Diagnoseeinrichtung (6) zusammengeschaltet sind.

12. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung der Gruppen über einen Decoder (13) und die Abfragung der Diagnoseeinrichtungen (6) über einen Multiplexer (14) erfolgt.

13. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß über das vom Microcontroller (16) dem Decoder (13) zugeführte Gruppenauswahlsignal (U_5) die einzelnen Gruppen voneinander unterschieden werden und wobei über die Ansteuersignale (U_{1A} , U_{1B}) des Microcontrollers (16) über den Decoder (13) die Ansteuersignale (U_{11} , U_{12} , U_{13} , U_{14}) gebildet sind, durch die die zugeordneten High-Side-Schalter (3) angesteuert werden und wobei über das vom Microcontroller (16) dem Decoder (13) zugeführte Ansteuersignal (U_{20}) die Ansteuersignale (U_{21} , U_{22}) für die zugeordneten Low-Side-Schalter (4) gebildet sind, und daß über das Gruppenauswahlsignal (U_5) und den Multiplexer (14) aus den Ausgangssignalen (U_{51} , U_{52}) der einzelnen Gruppen dem Microcontroller (16) das Ausgangssignal (U_5) zugeführt ist.

14. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem stromgesteuerten Fensterkomparator die Diagnosespannung (V_{diag}) der Meßeinrichtung (5) über einen Widerstand (R_3) mit einem Abgriff (15) mit dem Referenzwert (V_{ref}) der Referenzeinrichtung der Diagnoseeinrichtung (6) verbunden ist, wobei je nach Größe der Diagnosespannung (V_{diag}) in Bezug auf den konstanten Referenzwert (V_{ref}) in Form einer konstanten Spannungsquelle ein Diagnosestrom (I_{diag}) über den Widerstand (R_3) fließt, der je nach gewählter Pfeilrichtung positiv, Null oder negativ sein kann und so im wesentlichen drei unterschiedliche Zustandsformen haben kann, die über den Fensterkomparator digitalisierbar sind.

15. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Ruhepotential der Diagnosespannung (V_{diag}) im statischen Betrieb, d. h. wenn sowohl High-Side- (3) als auch Low-Side-Schalter (4) gesperrt sind, die beiden Widerstände (R_1 , R_2) des Spannungsteilers (9) so dimensioniert sind, daß bei ohmschen induktiven

elektrischen Verbrauchern (1) mit relevanten kapazitiven Anteilen eine schnelle Reaktion der Meß- (5) und Diagnoseeinrichtung (6) beim Umladen der Kapazitäten erreicht wird, wenn die Leistungsschalter (3, 4) wieder dynamisch angesteuert sind.

16. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Ruhepotential der Diagnosespannung (V_{diag}) der Meßeinrichtung (5) über die beiden Widerstände (R_1 , R_2) des Spannungsteilers (9) so eingestellt ist, daß es zwischen 0,7 V_{inj} und 0,9 V_{inj} liegt, vorzugsweise 0,9 V_{inj} beträgt.

17. Verfahren zur Auswertung von Fehlschlüssen in einer Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale (U_3 , U_4) bzw. das Ausgangssignal (U_5) der Diagnoseeinrichtung (6) korreliert oder unkorreliert mit den Ansteuersignalen (U_1 , U_2) von High-Side- (3) bzw. Low-Side-Schalter (4) im Microcontroller (16) verknüpft oder unverknüpft ausgewertet werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuersignale (U_1 , U_2) von High-Side- (3) und Low-Side-Schalter (4) digitale Signale sind, und daß zu Diagnosezwecken und Fehlschlußerkennung eines der beiden Ansteuersignale (U_1) bzw. (U_2) alleine und das andere Ansteuersignal (U_2) bzw. (U_1) zeitlich verzögert zugeschaltet wird.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß vor Auswertung der Ausgangssignale (U_3 , U_4) bzw. des Ausgangssignals (U_5) in der Auswerteeinrichtung (2') der High-Side-Schalter (3) für wenige μs aktiviert wird, wodurch das Diagnosepotential (V_{diag}) ohne zusätzliche Leistungstreiber von einem beliebigen Potential aktiv auf das Versorgungsspannungspotential (V_{inj}) geladen wird, so daß anschließend die kapazitive Komponente (17) immer von Versorgungsspannungspotential (V_{inj}) aus um vorzugsweise 0,1 V_{inj} entladen werden kann, bis die Diagnosespannung (V_{diag}) erreicht ist.

20. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 1 bis 19, gekennzeichnet durch die Verwendung bei ohmschen oder/und induktiven oder/und kapazitiven elektrischen Verbrauchern (1).

21. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch die Verwendung bei im wesentlichen induktiven elektrischen Verbrauchern (1) mit ohmschen Anteilen und kapazitiven Komponenten.

22. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 20 oder 21, gekennzeichnet durch die Verwendung in der Kraftfahrzeugelektronik.

23. Fehlschlußerkennungseinrichtung nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch die Verwendung bei Spulen von Einspritzventilen als induktiven elektrischen Verbrauchern (1) in der Kraftfahrzeugelektronik.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

FIG 3

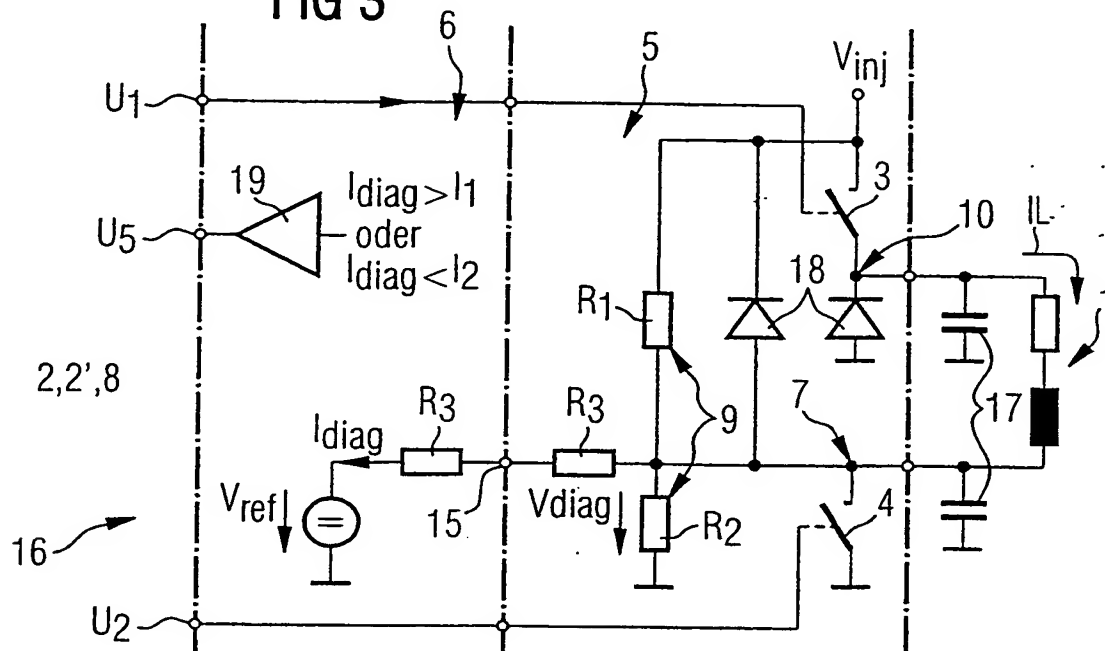


FIG 4

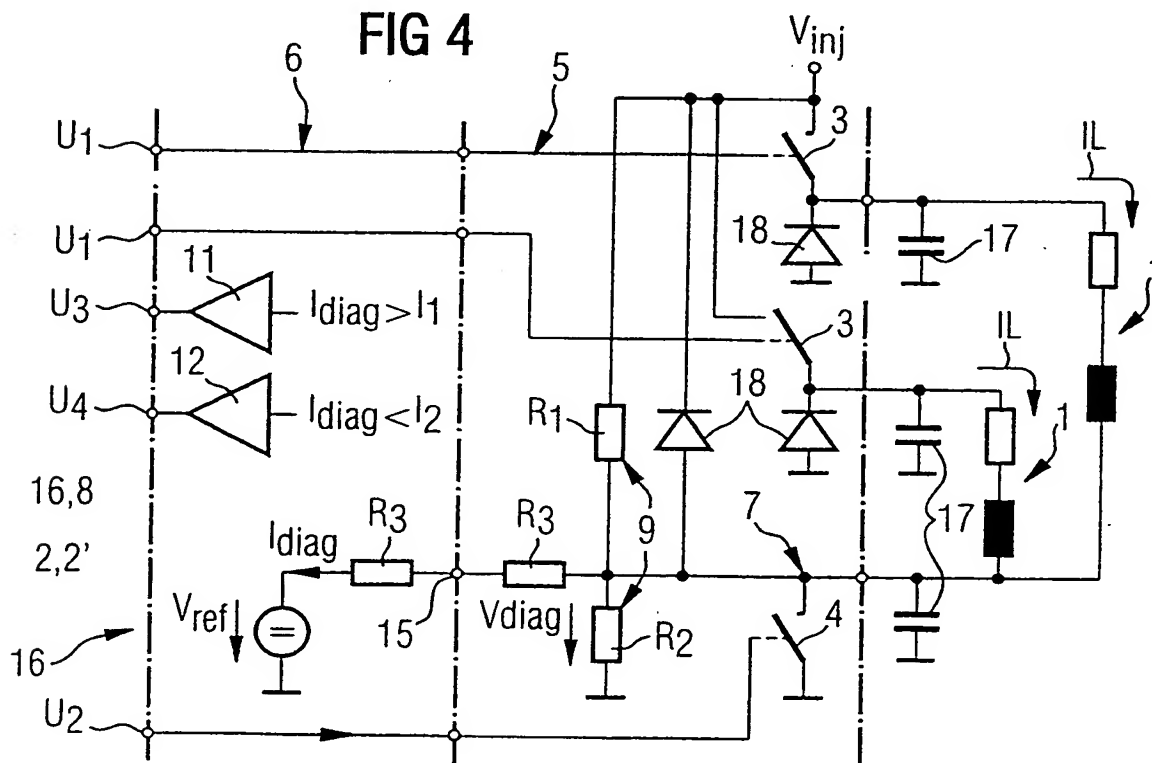


FIG 5

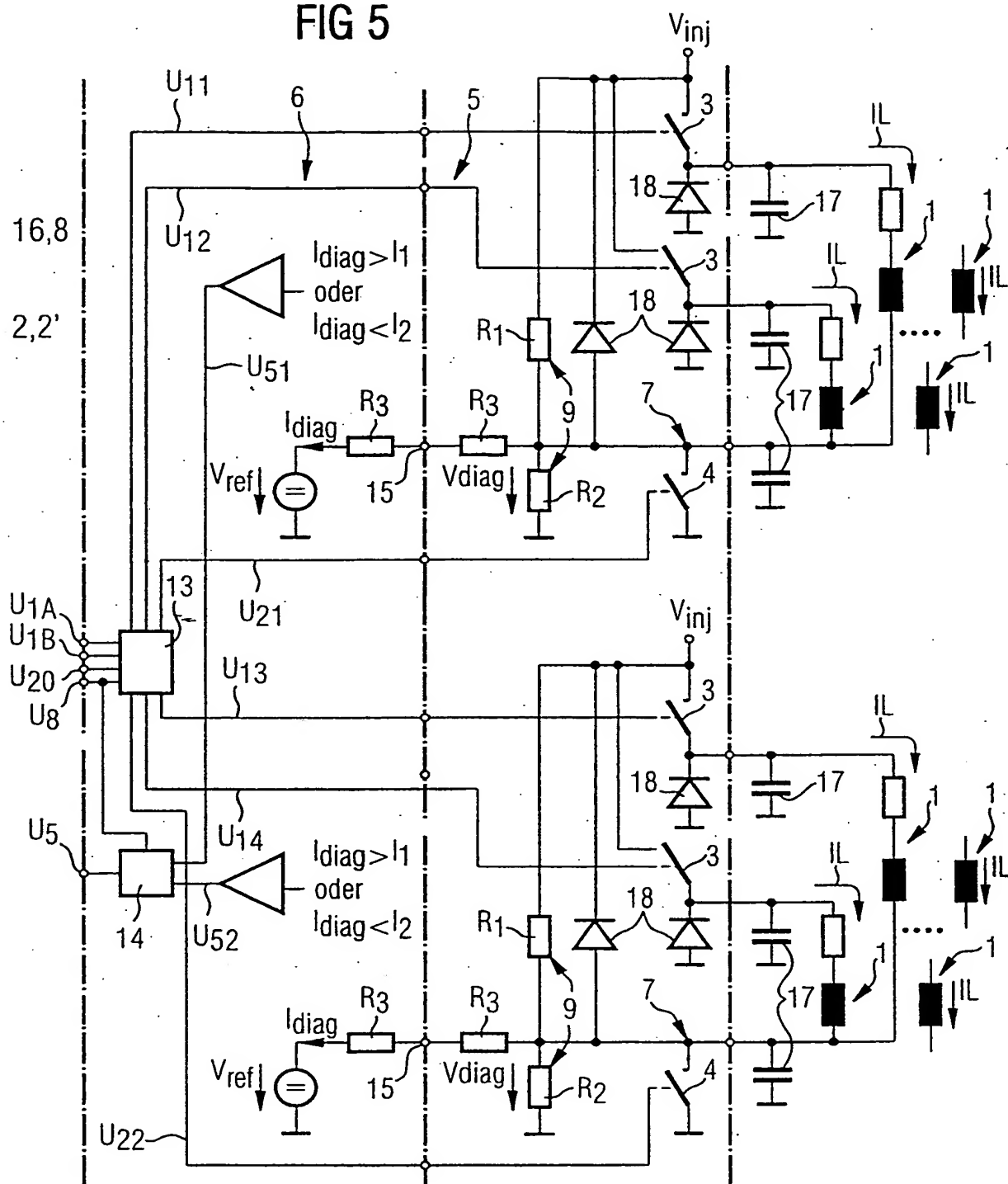


FIG 6

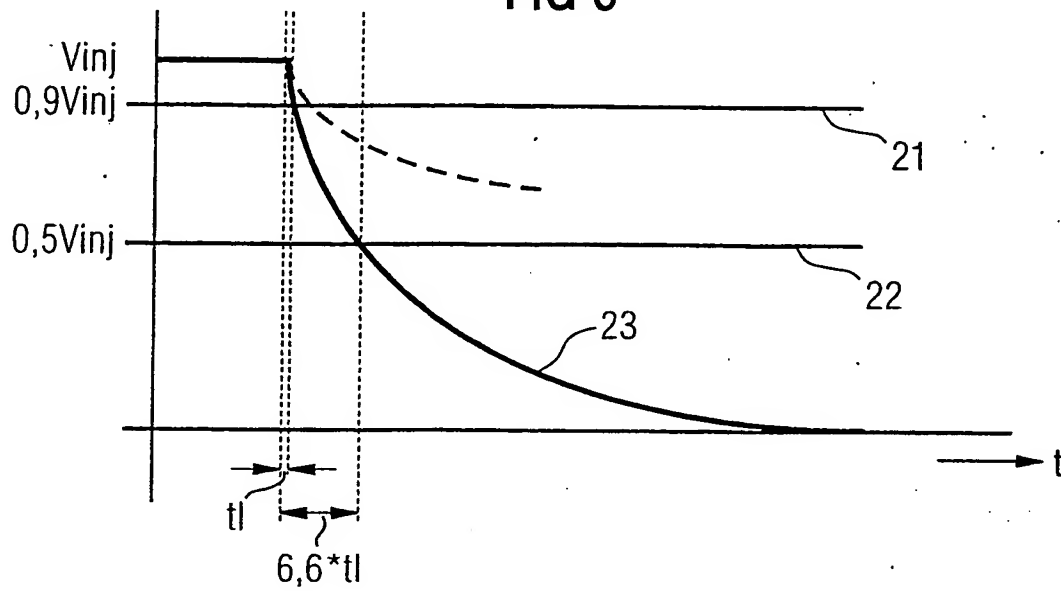
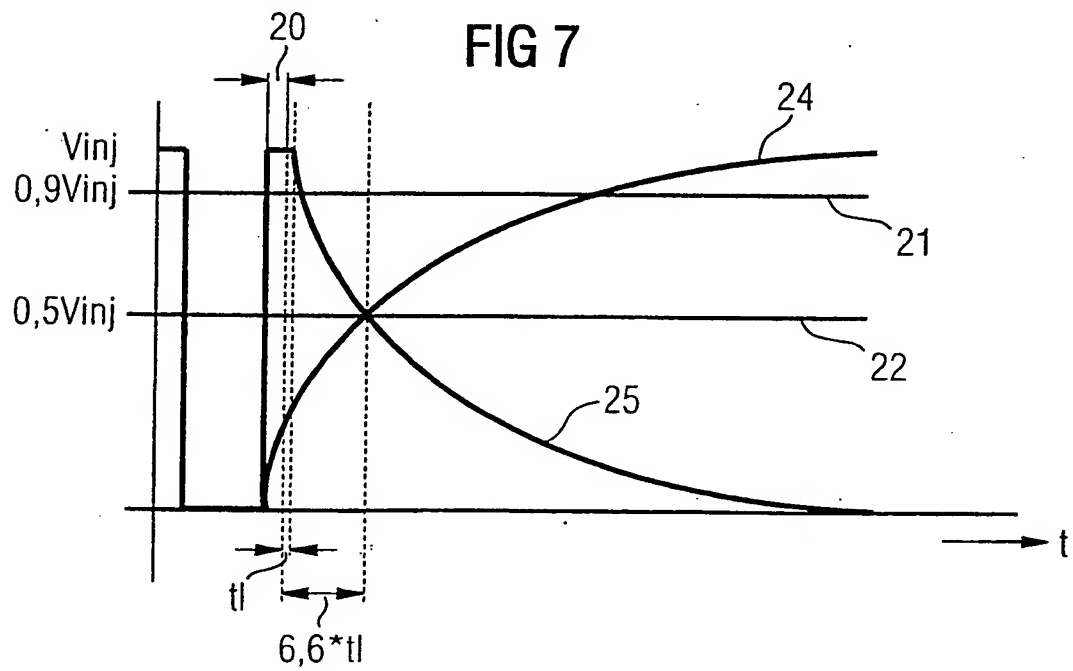


FIG 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)